講談社まんがなぞふしぎシリーズ
タイムマシン
相対性理論早わかり講座
きみもUFO免許がとれる！
TIME MACHINE
構成・まんが／成田アキラ
監修／飛岡　健

大好評発売中！

- 考える力がつく 算数クイズ
- ロボット百科
- NHKテレビ ウルトラアイ①②
- ブラックホール??
- 恐竜探検
- 科学ものしりゼミナール
- 日本探検びっくり情報
- 生物45億年??
- イヌ
- 電気の世界
- 宇宙探検
- カブトムシ・クワガタムシ
- おもちゃ探偵局
- こん虫の世界??

タイムマシン
相対性理論早わかり講座
■構成・まんが
成田アキラ
■監修
飛岡　健

●タイムマシン 相対性理論早わかり講座● もくじ

まず
頭のウオーミングアップ！

UFO免許をとるぞ〜〜〜……4
相対性理論をじっさいに計算してみよう！……56
加速度・重力……66
いよいよUFOテスト！……72
アインシュタインの世界（特殊相対性理論）……75
UFOをそうじゅうするぞ！……80
四次元ってなんだ？……87
ウソカマコトカ星人の大宇宙ステーション……94
ブラックホール 地球を破壊!?……99

ブラックホールってなんなんだ!?……106
ワームホール……113
ブラックホール探検に出発……116
他宇宙への航行図……121
ブラックホールを利用した別世界への航行図……123
ブラックホールへ突入！……127
シワモチ人間と会う……128
タキオンで過去へかえる……141
へんてこりん空間……144
宇宙のはじまり ビッグ＝バン……149
母船へ帰還……151
地球へ！……158

ＵＦＯ免許をとるぞ〜〜

たすけて～～
じゃ～ん～
あっ たいへんだ！

ハーハーハー…
ゼーゼー
よかったあ～～

きみのなかまは？一人じゃないんだろ

フン！地球人にたすけられるとは 思ってもみなかったぜ
地球人!?

じゃ きみは宇宙人だとでもいうのかあ?
やだあ じょうだんぽい子ね！

ウソじゃないぞ！オレは宇宙人だ！
じゃ証拠見せろよ！

ピョコ
テレパシーアンテナだ！

ははは そんなおもちゃでごまかす～～！
イテッ ひっぱるな！コノヤロ！

ぎょっ！

あわわわ
ほ
ほんとだ
宇宙人だ
こわ〜〜〜い！

おそろしいのは
きみたち
地球人だよ！
どうして
あたしたち
地球人が
こわいの？
パパが
よくいってたよ
いいか！
地球に
近づくな！
地球人はどうしようもない悪人だからな！
原子力を殺人の道具にしてしまったんだ！

そして地球人は、いまだにこりずに核兵器をつくりつづけている。とどまるところしらずだ。

うう……そ そりゃそうだけど……それは……

ぼくらのウソカマコト力星には核兵器なんてつくりたがるやつはいないぜ

ぼく
エーボってんだ
よろしく
あたし
スー
ぼく
サンタロー

エーボくん
きみさ UFOか
タイムマシンか
そんなのできたんだろ！
それに乗せてよ！
うーん
……

パパに
禁止されてんだけど……
なんなら
見せて
くれるだけでもいいよ

このどうくつの中に
かくして
あるのか

わお〜〜っ これが UFO(ユーフォー)!
ゆめみ たい
ね さわって いい?
ああ いいよ
わお〜〜 さわった! 人類(じんるい)はじめて のタッチマン サンタローかんげき〜
チョビ
コック ピットに すわって みる?
ニ〜ッ
うん うん!

パッ
ピ
すげ〜〜え!
乗った乗った
う〜っ身ぶるいするぜ
すごいなあこれがUFOのそうじゅう席かあ!
意外とシンプルだろ
エーボくんそうじゅうしちゃだめ?
これだからな免許なしじゃだめだよ!
へえ〜っUFOにも免許あんの!
あるさ!見せてあげようか

これさ!

わあ いいな いいな! ちくしょう いいなあ うらやましいなあ
あたしにも見せて見せて!

よお〜〜し! ぼくも UFOの免許とるぞ〜〜っ
あたしも!

エーボくん ぼ ぼくでも とれるだろ!? ぼくでも
パパに たのめば とれないことは ないけど……

むずかしいぜ とくに 学科試験が
ペーパーテストか

どんなのが でるの? テストに
空間とは なんぞや 時間とは なんぞやとかね

かんたん かんたん! 空間という のはね

右にも左にも 上にも下にも まっすぐでも横でも 自由にいけるって ことさ! ほらね!
アカン

時間って 大むかしから 同じ調子で 流れてて どこの場所でも 同じように 流れているんだ
それを わかるように したのが 時計なのよねえ

ハハハハ これだから なあ―― 地球の子は おくれてるよ

おくれてる とは なんだ よ!
じゃ こういうの わかる?

ロケットの中の時計と地球上にある時計との時刻を同じにあわせておく……。

ロケットが、光の速度にちかいスピードでとんでいくとすると……、

地球上の時計にくらべてロケットの中の時計は、時間がゆっくりすすむんだ。

ロケットがUターンしてもどってくると……、

時間にずれができるんだよ。地球の時計のほうがうんと時間がたってるんだ。どうしてかわかるかい？
ズシ!!

あ それ アインシュタインの相対性理論っていうんだろ！
SFまんがにでてくるあれね！

そう！相対性原理がわからないと免許がとれないんだ

うへ〰っ むずかしそう だなあ やめようか なあ
免許とって UFOを そうじゅうしたいし

キーン
わー いいな いいな!

よお〰し 免許とったるで〰
勉強するわ!

じゃ ぼくが おしえて あげるよ
宇宙人の 子どもって すごいんだなあ

このUFOは タイムマシン でもあるんだ すごい速度でとべるってことは 時間が ゆっくりたつことだから

ずうっと 遠くまで とんで もどって くると 地球では 何百年も何万年も たっていたってことも あるんだよ

エーボ先生
それはつまり
未来へ
タイムトラ
ベルしたって
ことですね
過去へは
いけない
のかしら

地球人には
ざんねんながら
過去へは
むりでしょう
不可能です!

われわれ
ウソカママコ
ト力星人でも
過去へいけても
いってないのと
同然なのです
なーんの
こっちゃ?

ま
かなり
むずかしいのです
これについては
あとで話しま
しょう

あたしね
パパとママが
子どもだった
過去へいって
いっしょに
あそびたかっ
たのになあ
パパ ママ
あそび
ましょ!

ぼくなんか武蔵と小次郎の決闘シーンを特等席で見たかったのに
特等席
へんなのがいるな？
どこかのキチガイだろ

地球の過去はむりだけど他の星の過去だったら見るだけなら見られるよ
えっ！ほんと！見せて見せて！

きみたちいつも見てるじゃないか夜空の星を！あれは過去の星のすがたなんだよ

あの星たちは何万年も何億年もむかしの星のすがたなんだよ
うっそお〜〜お

何万光年もはなれた星から何万年もむかしとびだした光がやっといま地球にとどいたってわけさ

すでにない!
ドカーン
だから、夜空に光っている星の中には、すでに爆発してなくなってしまっているのがあるかもしれないんだ。
光だけが地球へむかっている。
地球

うーん そうかぁ そうだねえ
星の光は みーんな 過去の光なの ねえ……

じゃあさ! 巌流島の決闘の あのときの光も いま遠くはなれた ところをとんで いるってわけだね
そう だね

そしたらさ! 光よりはやい速度で 追いこして 望遠鏡で見れば 過去が見える じゃん!
オッ 見える 見える
へりくつ としては ね!

地球人には
不可能
だね
まず
きみたちの世界には
光よりはやく走る
ものはないし
光の速度までも
ロケットはスピードが
だせまい

それに
そんな
高性能の
望遠鏡なんて
ありっこないしね
そう
かあ…

過去にも
いけないし…
見れないの
かあ……

でもな！ エーボくん
いま ぼくら
地球人は
タイムマシン
つくれない
けど

千年後……
いや一万年後
かならず
タイム
マシン
つくって
過去へいって
やるぞ〜〜っ

いや
だめだね
何万年
何億年たっても
不可能さ
その理由はね…
オヨヨ!

たとえば
タイムマシンが
できたとする
で スーとサン
タローが過去へ
いけたとする
よね……

時代は
江戸時代……。
ポケ〜

さむらいが
くる
わよ
刀もっ
てる
ぞ〜〜〜
あたりまえ
だけど……

迫力
あんなあー

かっこいいねえ
つらがまえがちがうよきりっとして

ドン

武士にぶつかるとはなにごとだ！

手討ちにしてくれる！
ヒエ～

ウオリャ～～

きみはとっさにうちころしたとする……。

ああ……ぼくのせいじゃないぞ

そのさむらいが運わるくきみのおじいさんのつまり祖先の……だったらどうなる?
あ!

ぼくはうまれてなかった!? いないことになる!

なっ! 過去へいくタイムマシンができたとしても
いろいろややこしい問題がでてくるんだ

そうかあ がっかりだなあ……

でもさ
未来へは
いけるんだね!
ほんとに

タイム
マシンでもある
このUFOで
いけるとも!
その前に
免許とん
なくちゃね!

よおーし
ばっちり
勉強して
免許とる
ぞ〜お!
あたし
も!

なんだい
それ?

ホロスコープさ思ったとおりの文字や絵をテレパシーでうつしだせるんだ
ピッ
サンタロースーちゃんこんにちはぼくエーボです
黒板がわりにこれで勉強していこうってわけさ
さすが宇宙人！すすんでんだよなあ
差つけられてんのね――
さてと相対性理論ってきみたち地球人ではアインシュタインという人が一九〇五年にはじめて発表したんだよね
こんにちはアインシュタインです

わしは小さいころ
勉強がきらいで
まるで　できなかった

学校の先生から
ばかだ！　低能だ！
とよくいわれた
もんだよ

しかし　わしは
数学　とくに幾何学
だけはすごーく
すきじゃった！
これだけは
だれにも
まけなかった
ピーー

ぞくに
いう
ばかの
いっちょ覚え
というやつよ
ハハハ…

勉強はできないのに
マイコンはめちゃくちゃに
くわしいというマニアがおる
じゃろ！　それじゃったんだ
いま思うとな

好奇心が強く
なんにでも
疑問をもった
もんだよ
これがわしを
ひっぱって
きたんじゃ

しかし
もっともっと
いろんなことを
勉強しとけば
よかったと後悔しと
るよ……

のちの
統一場の
理論をとうとう
完成できず この世を
おさらばしたんじゃもん
なあ…くやしくってなあ

へえーっ
アインシュタイン
大先生でも
解けなかったん
ですか!?
ウム!
そ!
じつに くや
ちいよお～

ハックション
フッ
あ
消えた

ごめんごめん
くしゃみで
テレパシーが
とだえちゃった

きみたち
だって
ホロスコープの
ほう見て
意識を集中
させてみろよ
テレパシーを
だせるんだよ
?
ほんと

ジューーーッ

アラ!

二人とも食い意地がはってんだなあ……ハハハハハ
思っていることがそっくりでちゃうんだもんなあ

あ!
だれだ?

サンタローでしょ!エッチエッチエーッチ!
ハハハハハ
ヒデェ〜

ハーイ 雑念をはらって!ふたたびはじめるよ

相対性理論のおおもとは ここからはじまるんだ光の速度はぜったいかわらないいんだよ
光速一定不変
c(光速)＝秒速30万km
また光速よりはやいスピードはこの世にないんだ

光速一定不変
そりゃちがうんじゃない?たとえば…
パッ
おっテレパシー使ったな!やるじゃんか
コリャオモシレエヤ

すごいスピードのUFOから前のほうへ光線銃を発したら、
キャーアカッコイー

光の速度
秒速30万km
＋
UFOの速度たとえば
秒速20万km
＝秒速50万km
ピッ
UFO
秒速五十万キロメートルとなって光速よりはやくなるだろ!
ところがじっさいにはそうならないんだ

地球は太陽のまわりをすごいスピードで動いている。
オーアッアッアッ
秒速30km

その地球上で東西南北どちらへ光を発射させても、同じ速度になる。

秒速30km＋秒速30万km
＝秒速300,030km
光の速度はけっして上の式のようにはならない
秒速30km

答えは
秒速30km＋秒速30万km
＝秒速30万km
が正しい
えっ？

これは、マイケルソン＝モーリーの実験で実証ずみなんだよ。
光源A
干渉計
かがみ
かがみ

ロケットはAの速度でとんでいる

ロケットからBの速度でたまが打ちだされる

ドコーン

とまっている人から見たたまの速度Vは

V＝A＋Bじゃなくて，

$$V=\frac{A+B}{1+\frac{AB}{c^2}}$$ なんだ。

なにが なんだかわから ないけど こういう式に なるのかあ

よわいなあ 数学が でてきたわよ ……

じゃ たとえば
ロケットもたまも
光速でとんだら
たまの速度は
どうなるか
計算してみろよ

AもBも
光速の三十万
キロだから……
$$V=\frac{300000+300000}{1+\frac{300000\times300000}{(300000)^2}}$$
$=300000$
$=30$万km／秒
ピッ
ピッ
あれえ
ほんとだ
三十万キロ
だ！

光速と光速を
たしても
光速なんだ！
だから
光速以上の
速さはないん
だよ

いちいち
計算しなくても
こうやって
解けるんだよ
$$V=\frac{A+B}{1+\frac{AB}{c^2}}$$
$A=c$，$B=c$
だから
$$V=\frac{c+c}{1+\frac{c\times c}{c^2}}$$
$$=\frac{2c}{1+\frac{c^2}{c^2}}=\frac{2c}{1+1}$$
$$=\frac{2c}{2}$$
$=c\rightarrow30$万km／秒

中学生
じゃないと
むりかな
ぼくら
小学生
なんだ
ぞ！
役者やのォ〜

でもね
エーボくん
時速四キロで歩く
人が時速五十キロ
のボールを投げた
とするでしょ
パッ
わっ

A
B
時速4km
時速50km
ボールの速度は
4＋50＝54km／時
あたしはどうしてもこうなると思うんだ！
へんなテレパシー使うなよなあ

さっきの式の分母のところにいれてみたらわかるよ
V＝(A＋B)/(1＋AB/c²)
AB/c²
＝4×50/(300000)²
＝200/90000000000
＝0.0000000222
≒0
AB/c²はほとんど0なんだ
V≒(A＋B)/(1＋0)
＝A＋B
だからふつうの速度のときはA＋Bでもさしつかえないんだよ

計算はよわいんだけどとにかく光速一定不変ということはよーくわかりましたエーボ先生！

さあ～～て これからが むずかしく なるんだ
えーっ まだ あるのおー

あーあ ぼく ついていけそうも ないなあ……
UFOの免許とるんじゃなかったの!?

UFO
そうだ! UFOの免許 とるぞお～～っ!

いままでのは まだ 序の口……
いよいよ 時間と空間の 問題に入って いくぜ!

これから やるのは 思考実験と いって 頭の中で 考えながらやる 実験なんだ
ひっし しんけん

思考 実験!?
キッ
だってさ ほんとに光速で 走れる乗り物 なんか この地球に ないだろ!

こういうへんてこりんな電車を考えてみよう！

まん中にストロボライトがとりつけてある。

30 m

30 m

スーちゃんは電車のまん中にすわる。

サンタローは外に立っている。

これで思考実験準備オーケーだ！

光の速度は無限大じゃないから思考実験でのろくしてもいいんだよ

パッ
さてぼくもホロスコープに入っちゃうぞ
さあはじめるよ

電車がとまっているとき
ピカッ
同時にドアがひらいたわ
パカン
パカン
同時にひらいたぞ
あたりまえだよなまん中にいるんだもの

じゃ電車が走るからね

ゴーッ

電車が走っているとき
ピカッ
パカン
パカン
同時にひらいたわ！
ゴーッ
これもあたりまえと思うけどなあ
とまってても走ってても光ってストロボが一秒後にドアが同時にひらいたわよ
30m
30m
30m÷秒速30m＝1秒
ちっともおかしなところなんかないじゃないか！
これからだよ！
もいちどスーちゃん乗ってて観測してよ
電車の速度を秒速二十メートルにしておこうか
オーケー！

いいかい こんどは サンタローが 観測する番だよ
サンタローの ちょうど前に ストロボが きたとき ぴかっと光る ようにする からね
オーケー オーケー
ピカッ
スローモーションで見ると、
パカン
あれえ 後ろの ドアが 先にひらいた!?
前には まだ光が とどいて いないや!
30ｍ÷(秒速30ｍ＋秒速20ｍ)＝0.6秒後にひらく。
つづく

ぴかっと 光った光に 後ろのドアは どんどん近づくから 後ろのドアが先に ひらき 前のドアはどんどん遠ざかるから あとで ひらくんだよ

さあ
光速で
電車がやって
くるよ
ピカッ
30ｍ÷(秒速30ｍ
＋秒速30ｍ)
＝0.5秒後にひらく。
後ろの
ドアが
ひらいた！
パカン

前にむかった光はいつまでもストロボにへばりついたままだ
前のドアはこれじゃいつまでたってもひらきっこないよ
とうとうひらかなかった……

そうだ！電車の中にいるスーちゃんにきいてみよう

スーちゃん前のドアひらかなかっただろ！
？

なに ねぼけてんの！最初のも あとのもちゃあんと同時にひらいたわよ！

ええ〜〜っそ そんなあほな！同時にだって〜〜？
これが相対性理論のおっそろしいところなんです

つまりね同時だと思ってたものが立場がちがうと同時じゃなくなるってことさ
同時だ！
同時じゃない！

どうして
そんなことに
なっちまうん
だろ？
動いているものは
電車でもロケットでも
その中の時間と
とまっているものの
時間とは
ときの流れがちがって
くるってことだよ

へえーっ
時間って
そんなにおくれ
たり はやく
なったりするのう

時間って
あやふやっ
ていうか
あいまい
なのね！
時間が
あやふやなんじゃ
なく 人間の考え
かたがあやふや
だったんだよ いままで

あやふやと
いえばね
ものの長さも
あやふやなんだよ

たとえば
このものさし
のびたり
ちぢんだり
するんだ
さっきの
時間みたいに
立場がちがう
とね！

うそだ――まさか！そんなのありえないよ――！
それがありうるのです！

のびちぢみするといっても外部から力をくわえてのびちぢみさせるのとはちがうんだ

空間全体がのびちぢみするからとうぜん中のものものびちぢみするわけさ
ムギ～ッ
力
力
スピードをあげるとどんどん短くなっていくよ

のびちぢみを説明する前にきいておきたいんだけど
長さってなんだと思う？

うーん
あたりまえすぎてわかんないなあ

こういうのが長さだよ！

ハハハ ちゃあんと言葉でいってくれよ
そんなこといったって長さは長さだよ！

タッ タッ
ゼェ ゼェ
これが距離だ！もんくあっか！

距離というのはね「ぼくらがA点とB点を同時に見たときのA点とB点のへだたり」なんだよ
A
B
同時だ！

この「同時刻に見たとき」というのが重要なんだよ

ちょっとお! なーんかあたりまえのことをむずかしくいってんでしょ!
そだそだ!
ハハハ そう見えるかい

パッ
あたりまえのことを疑う! これがたいせつなんじゃよ
そう なんじゃよ! なにごともね

じつはね さっきの電車 動いているとき進行方向にちぢんでたんだよ
えっ ほんと!?

電車をかんたんに図にして説明すると……

高速で走っているから，すでに短くなっている。
とまっている人から見るとこう見える
①
②
③
ドアひらく。
④
ドアひらく。
⑤
電車に乗っている人，電車といっしょに走っている人から見ると，もとの長さに見える。
あれえ長くなった!?
電車がとまるとほら！ もとの長さになったよ。
⑥
つまり，これが電車のほんとうの長さだったんだよ。

とまっている
人から見たら
①②③④の
ように 走っている
電車は短く

電車の中の人
電車といっしょに
走っている人
には ⑤の
長さに見える
んだ

電車が
とまってしまうと
⑤と同じ長さの
⑥になるんだよ
なんか
わからない
なあ……

動いている
電車の中にいる
スーちゃんにとっては
同時にドアが
ひらいたときの
前と後ろのドアの
へだたりが
電車の長さ
だっただろ！

だから
スーちゃんに
とっては
前のドアが
ひらいたところ
から
後ろのドアが
ひらいたところ
までが電車の
長さということに
なるんだ

うーん
わからん！
むずかしい
なあ……

スーちゃんは 電車がとまっていても 同時にドアがひらいたのを見ただろう つまり⑤も⑥も同じ長さなんだ

サンタローどうしたの?
う……頭がいたくなってきた……

オレ勉強やめた! やめる!
サンタローサンタロー上見てごらん上!

ヒャッホーッ
キーーン
うう うう う……

おっしゃ! 勉強!? やってやろうじゃないか!
いなおり
UFO
いままでの自分
いいません!!

じゃね わかりやすくかんたんに絵にしてみるとだね…
なにがなんでもUFO免許とったるで~~ェ
ウッ

とまっているとき,
中くらいのスピードのとき,
これは地面に立っている人つまり静止している人から見たらのばあいですよ
ものすごいスピードのとき,
めちゃくちゃにはやい,光速にちかいスピードのとき,
ほとんど光速のとき,
光速のとき,
長さ0になる?
ものは光速で走れないからこんなことはほんとはないよ
なるほどなうん

とまっているとき,
中くらいのスピードのとき,
いっしょに走りながら見ると
ものすごいスピードのとき,
かわらないよ
めちゃくちゃにはやい,光速にちかいスピードのとき,
同じ長さだよ!

イエーイ
おどろいたなぁ
こんなふうに
なるのう!
だんだん
わかってきたぞ
パチー

ソーカ
ソーカ
電車と
いっしょに走って
いる人と 電車に
乗っているスーちゃ
んは同じなんだ
だから 電車の長さ
はかわらないんだ

どうして
同じなのよ
はなれてる
のに!?
だってさ

同じ速さだったら
こういうことと
同じだろ!

あ
そうか!
ははは
ばーか!

まてよ!
そしたら
こういう
思考実験も
できや
しないか
エーカッコ
シー!

空間をとんでいる。
どんどんひろがっていく。

あれえ ぼくたち さっきまで 動いているつもり だったけど とまっているよ!?

動いて いるとも とまっているとも いえるわね!

地球

地球は太陽の まわりを 高速で動いて いるんだよ

秒速30km

これも
観測する
立場に
よって
かわるわけ
ね
そう
いう
こと!

もう
ひとつ
おもしろい
実験をして
みよう

ねむりぐすりで
ねむっている
サンタロー
スス
飛行機は
ことりともゆれない。
耳せん
カーテン
飛行機は
とんでいるか
とまっているか
どっち?

うーん
わかん
ないなあ
たぶん
とんでいる
だろう

じつは
まだ とんで
ないんですよ
ひゃあ
だまさ
れた~~~

きみたちにも
そういう
経験ある
だろう
あるある！
電車なんかで
むこうの電車が
動いてたりして…

ところで
この宇宙に
地球ひとつ
しかなかったら
太陽も星も
なかったら……

地球は、動いているのか
とまっているのか
わからないよね。

とまってるってことも
よーく考えたら
ふしぎ
なのねえ……

あ
でもね
動きはじめと
ブレーキかけた
ときは
動いているか
どうかわかるよ
キキーッ

相対性理論をじっさいに計算してみよう!

小学生でも計算できるよ

えっほんとやるやる！

まずね、ロケットの中にこんなしかけがしてある。

かがみ

a

ストロボライト

光がかがみに反射されてもどってくる時間Tは，2×aわるc

つまり，$\frac{2a}{c}$なんだ。

a

ピカッ

時間っていうのは 距離を速さでわったものだったよね
だから 光が通った道すじは往復したからa＋a
つまり2×a それを光の速度cでわったんだ

スーちゃんにとっては光は上下に往復するけど地上の人にとっては光は下のように走るんだ
二等辺三角形の山の形になるんだ
アニメーションにすると わかりやすいのになあ
ボクはイヌかもしれないネズミかもしれないあるいは……

たとえば
コインを上のほうに
ほうりあげている
人を考えてみる

ね
山の形を
えがくだろ!
コインのばあいは
頂上でいったんとま
らなくちゃ
ならない
から 完全な
三角形じゃない
けどね
放物線
だね
これは

〈光のあとだけぬきだしてみよう〉
サンタローの時計ではかって、光がライトからライトまでもどった時間をtとすると、

ロケットはVの速度とすると，速度かける時間で，V×tの距離になる。

直角三角形の
二つの辺がわかっていれば
ほかの一辺も計算できる
んだ 右のあの式を使ってね
これを
ピタゴラスの
定理というんだ
よ
P
A
B
$A^2+B^2=P^2$

A^2というのは
A×Aのことだよ
B^2＝B×Bだ
むずかしくなってきたなあ

$P^2=A^2+B^2$
⇩
$P=\sqrt{A^2+B^2}$
この式は小学校じゃ
習わないけど
ルートを使って こう
あらわせるんだ
ひどいや
そんなの
わかんない
よ！

たとえばね
ルート4 つまり$\sqrt{4}$は2
ルート9 つまり$\sqrt{9}$は3なんだ
ぎゃくに 2を2回かけると4
3を2回かけると9
ようするに
A^2＝Bなら $A=\sqrt{B}$
とあらわせるんだ
だんだん
ぼくらのにがてな
数学のほうに
ひっぱっていくん
だから！

だいじょうぶ√のついた計算機で きみたちも計算できるんだよ

とにかく
$P=\sqrt{A^2+B^2}$に
さっきのa，$\frac{V\times t}{2}$をいれると
$P=\sqrt{a^2+\left(\frac{V\times t}{2}\right)^2}$となる。
光の通った
距離は
2×Pだから
$2\sqrt{a^2+\left(\frac{V\times t}{2}\right)^2}$
となる。
P
P
a
$\frac{V\times t}{2}$

光の通った距離を光速cで
わると時間tとなる。
つまり　$t=\frac{2\sqrt{a^2+\left(\frac{V\times t}{2}\right)^2}}{c}$
まとめていくと
$t=\frac{\frac{2a}{c}}{\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}}=\frac{T}{\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}}$
Tはスーちゃんの時間で
$\frac{2a}{c}$だったよね。

$t=\frac{T}{\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}}$
これがあの有名なアインシュタインの式なんだよ
えっ ほんと！

ここのところはかなりむずかしかったかな とにかく こうやって方程式ができるんだよ
ぼくらは小学生なんだからね！ そんなむずかしいこといってもわかるわけないだろ！

さっきの式から このののびちぢみの 式も みちびき だせるんだよ
どれだけ ちぢんだかも 計算できる のね！
$\ell = L\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}$
L
ℓ

それから これ！
ぼくの ヘアスタイルに 使っているこの 方程式わかる？
$E = mc^2$
Eはエネルギー
mは質量
この式が 原子エネルギー 発見のもとに なったもっとも 有名な式さ

この式をわるいほう に 地球人は 使っているだろ！ すぐやめないと とんでもないことに なっちゃうぞ
ああ あの核ばく だんね……

なんとか しなくちゃ ね……
……
……

$$t=\frac{T}{\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}}$$

秒速29万kmのロケットだと

$$t=\frac{T}{\sqrt{1-\left(\frac{290000}{300000}\right)^2}}$$

$\sqrt{\ }$ の中を先に計算すると

$$1-\left(\frac{290000}{300000}\right)^2 \fallingdotseq 1-(0.966666)^2$$

$$=1-0.934444=0.0655556$$

$\sqrt{0.065556}=0.256$になる。

$$t=\frac{T}{0.256}=T\times\frac{1}{0.256}\fallingdotseq T\times 3.9$$

$$\boxed{t=3.9\times T}$$

ロケットの中のスーちゃんの1時間は地球上のサンタローにとって3.9倍の3.9時間になるんだよ。
スーちゃんがロケットの中で1年すごすとサンタローは3.9年の月日がたつわけだ。

$$\boxed{\ell=L\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}}$$

ロケットはどのくらいちぢまるかというと

$\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}=0.256$だったから

$\boxed{\ell=L\times 0.256}$ だよ。

10ｍのロケットだと
0.256×10で2.56ｍに
なるんだ。

光速とほとんどかわらないほど
めちゃくちゃにはやいロケット，たとえば
光速の99.99999パーセントのスピードでは
どうなるかな？
$\frac{V}{c}=0.9999999$(99.99999パーセント)
だから $\left(\frac{V}{c}\right)^2=0.9999998$
$t=\frac{T}{\sqrt{0.0000002}}=2236\times T$
計算機のけたをいっぱいに使って……
わっすごい！

このめちゃスピードだと一年間とんでもどると二千二百三十六年後の地球に帰ることになる！
うっそー

ということは超高速のUFOだとほんとに未来へタイムトラベルできるんだ！
ちゃんと計算ででるんだもの

きゃっほーっ
未来都市へいって未来人と会って……
実感がでてきたのね

加速度gとは、一秒たつごとに速度が秒速九・八メートルずつはやくなること。

加速度

地球

重力

二人とも同じように立っていられるということは 加速度のせいなのか重力のせいなのかくべつがつかないということなんだよ これを等価原理というんだ

加速度gとは

秒後

4　3　2　1　0

m

9.8

秒速9.8m

29.4

秒速19.6m

58.8

秒速29.4m

98

秒速39.2m

石をおとすと
加速度gで
おちていくんだ
この図のようになるよ
たとえば四秒後には
秒速三九・二メートルになり
九十八メートルの
距離をおちたことになる

重力と加速度の
働きが同じだ
なんて なーんか
うそみたい

まてよ
ここんとこ
よーく考えて
みると……

パッ

なに これ!?

重力メーター

重力発生装置

重力メーター

重力による 時間のおくれを 説明する装置さ

いま 両方とも 重力gになっている から スーちゃんも サンタローも 同じ時間が 流れている

二人とも リズムを あわせて体操でも やってよ スーちゃんの重力を あげるからね
こう?
いちに…!
いちに…!
スーちゃんの重力メーター
ウィーン
スーちゃん
いちに!
いちに!
いちに!
いちに…
い……
スーちゃん ほとんど動いて ないほど スローモーだ なあ
ところが スーちゃんの 立場から 見ると……、
きゃっ サンタロー! 死んじゃうわよ!

時間って相対的なものだからね
ビュッ
ビュン
ビューン
クルクル…
ビュユユーーン

もとにもどすよ
わかっただろ！重力がふえると　時間がおくれるんだ
これもタイムトラベルに利用できるよ
g
スーちゃん

でもさ　そんなに重力が大きいと　スーちゃん　つぶれちゃうはずだろ？どうして　たえられたの!?

ハハハハ　これは思考実験だし　だいいち　ぼくらホロスコープの中にいる人間だろ！
あっ　そうか！すっかりわすれてた

いよいよUFOテスト!

みんなテレパシーうまくなっちゃったね!

役者じゃのう

オッス!

さあホロスコープからでようか!

ビビビビ…
テレパシーで、頭の中を読みとるんだ。
へんなのう

ビビビビ…
ドキドキ

いよいよテストの結果がでるぞ
さっきの勉強どのくらいわかってたかな
心ぞうがどきどきするわ

サンタローのUFOテストの結果を発表します——。
ああ…神様……

85点
合格おめでとう。

スーちゃんの
UFOテスト
の結果を発表
します──。
や〜〜っ
こわー
い！
やった
やった
やった〜〜！
アハハハ‥
きゃあ〜〜っ
ばんざーい！
71点
ぎりぎりで
合格です。
おめでとう！
はい
UFO
免許証
だよ
えっ
もうできた
の！
オンライン
システムだか
ら すぐ
できるんだ

これがUFO免許証だ！

ジ〜〜〜ン
ゆめみたい…

わーい！UFOをそうじゅうできるんだおしえてよ！
まったまったその前にちょっとまった！

イメージアニメーション
アインシュタインの世界
(特殊相対性理論)
イメージアニメでまとめにしようよ
また勉強？
アインシュタインの世界……

こんどは
気楽に
見てくれれば
いいんだよ

もし光の速度が
車のスピードの
時速四十キロメートル
ぐらいだとすると
世界はこういう
ふうに見えるよ

人も車も
動いてない
とき。

車が、時速
四十キロメー
トルにちかい
とき、とまっ
ている人から
見ると。

動いている車の中から外を見ると。
同じむきに同じ速度で走っている車

スピードをおとしはじめると。
すこし細くなる。

この車がとまったとき。

と
こんなふうになることはきみたちにはわかるね
もちろんわかるよそれぐらい
もし車が光速とほとんどかわらないスピードだとこうなる！
車だよこれ
ピューッ
ピューッ
へーんな車！けらけらけら
それからね車の色だってかわるんだよ
色がかわるって？

近づいてくるときは青っぽく見え、
キーン
青い車がやってくるわ

きみたちの前を通りすぎたしゅんかん！
ギューン
あれっ

赤っぽい色の車になって去ってしまうんだ。
グオオオーン
きゅうに赤い車に？

近づくとき青く遠ざかるとき赤くなるのを光のドップラー効果っていうんだ
へえーおもしろいの！

さあいよいよUFOのそうじゅうだ
ワーイ

UFOをそうじゅうするぞ！

キ～ン

きゃあ
このままだとあの山にぶつかってしまうよ!
だいじょうぶUFOのコンピュータがちゃんとよけてくれるよ
わわわ〜〜っ
ギュユユユユ。。。。ン
カクッ
すごい!

さあ どこへいく? 火星? 未来の地球?
その前にさ 家に帰って トラニャンコ つれていきたいな

トラニャンコ?
ははは うちで 飼ってる ネコだよ

サンタローの家は 東京だね 五丁目一の一の 二階と……
あとは 自動そうじゅう でばっちり
ピ ピ ピ

あんまりはやく ついても おもしろくない から 五分後に 到着にして おこうか
五分後? そんなにはやく ついちゃうの!?
ピ ピ

全出力を だせば 一秒で ついちゃう けどね
一秒! ぎょほほ〜〜っ

そのあいだ 食事でも しようよ
わーい 宇宙人の 食事って どんなの おいしい?

えーと
どれに
しようか
なあ
ニコ
ニコ
ニコ
ニコニコ

はい
一こずつ
だよ
えーっ
こんな
のう？

なーんか
くすり
みたいで
まずそー

どう
お味は？
パクッ
あら！

おい
し〜い！
こうば
しくって
うめ〜え
XZ一〇一P
って味なんだ
栄養満点

三千
カロリーも
あるから
一日もつんだ
おどろいた！

あんまり
はやすぎて
みんな気づか
ないでいるぜ！

サンタローの
へやに
ついたよ

？

四次元ってなんだ?

うーん きみたち三次元の人間に説明するのむずかしいんだよなあ……

かんたんにいえばこんなことだね

点 ・ 0次元

線 1次元

ぼく二次元の人間だよ

面 2次元

立体 3次元

三次元の人間になっちゃお!

ポコッ

? 4次元

四次元は目に見えません三次元の人間には見えないのだ

二次元の世界の人にはあの三次元の球は見えないよ
けれども交わるときそのかげだけは見えるんだ
二次元の世界
あれそ急にまるいかげが?

?

ということになるんだ
きえちゃった!?

これから推測するとだね四次元の球――これを超球というんだけどこの超球が三次元と交わると……

最初ちっちゃな球があらわれて
ポッン
だんだん大きくなって……
最高に大きくなると
だんだん小さくなる
目に見えないほど小さくなって
ついに消えてしまうだろうね
スッ

ねねね！その超球ってどんな形してるかしらね？
ハハハハそれはわからないよ三次元の人間には

?

二次元の人間には、こういうふうにしか見えないのさ。
ぞうり虫かな？

わっ4ひきにふえた!?

ぼくはこんな形してんだよ！わかんないの？
こりゃおばけだ～

じゃあたしたち三次元の人間には四次元がわからないってことね
ま そういうこと！

あれ――え
あれで金庫のつもりかな
二次元の金庫
金庫たりとけばだいじょうぶ
¥10000

ヒョイ

かわいそうじゃないかえしてあげなさいよ
わっきえた!?

わーん
一万円がなくなっちゃた~~
おまわりさ~ん

ごめんちゃいね!
サッ
あれぇ?たしか…
なんだあるじゃないか!

ということは四次元空間を利用すれば
そう銀行のお金かんたんにぬすめるってことね!
パチン

おいおい地球人はすぐわるいことを考えるからだめなんだ!
考えただけでしょ!ぬすむっていってないじゃない!

というわけでこのへやへUFOが入れたってわけさ

キョトン
トラニャンコ

トラニャンコすごいだろこれがほんとのUFOだぞ!
ふーんこれかUFOってのは

あれえ——あんまりおどろかないの?
わざわざはるばる地球までたいへんだったでしょ

子のたまわく……
どうもネコ感覚ってのはわからん

わからなくて
いいんです
かれはネコなのです
ネコアタマなのです
人間次元がネコ次元を知ろうとすることがまちがっているのです

とにかくUFOででかけようぜトラニャンコ
うん

サンタロー
帰ってたの？
サンタロー
?
まさか！キャンプだよまだ

いけね！
ママだ
はやく
はやく！

あら
へんねえ……
なにか声がしてたみたいだったけど

ウソカマコトカ星人の
大宇宙ステーション
わ〜〜っ
すんご〜〜い
これがUFOの
母船か！

パパ
ママ
ただいま!

エーボ!
どうしてたん
だい?
連絡もなしで

あ
このかた
たちは
地球人だな
ハイッ

エーボ!
地球人に近づく
なと あれほど
いってあっただろ!

パパ
この人たちに
ぼく たすけて
もらったんです
もうすこしで
死ぬところでした

……
……
……
……

むすこを
たすけてくれて
ありがとう
しかし……

じつはな
……
じつは……

ちょっとエーボ!

え——っ地球がなくなる!

な!なんだってえ——!?
ア!ソォ!

まずいきかれたか!

きこえましたよ!どうして地球がなくなるんですか!

じつはな……巨大なブラックホールがまっすぐ地球にむかっているんだよ…
ブラックホール!?

ブラックホール 地球を破壊!?
ゴォーーッ!
一年後に、地球は完全にブラックホールに破壊される。

ついには地球まで、おしつぶされ、爆発する！

こなごなになった地球のかけらは、ブラックホールの中心にすわれてついには消えてしまう。
ゴゴゴゴゴ…

うそでしょ!
ねっうそでしょう!

ざんねんながらコンピュータではじきだされた正しい結果だ……

シ〜〜ン

それじゃあなたたちなら地球をすくうことができるでしょ!
むりです!
地球を移動させるほどの強力な推進エンジンをもっていません
われわれのこの母船に移住させるとしてもせいぜい五万人ていどが限度です
地球人の人口はいまや四十五億ですたとえ五万人をたすけるとしてどうやって五万人をえらびます?
地球人にこの事実をおしえるとこれだけでもパニックになりますし
ああーーどうすりゃいいんだよおーー

ん!?
トラニャンコ
おまえどうして
平気なんだ?
キョトン

宇宙は
ひろ〜〜〜い
のです
そんなに
かんたんにぶつ
かるわけがない

こういうばあい
そのコンピュータが
まちがっていないか
なんどでも
軌道計算して
みるのがすじ
ではないでしょうか

それでも
確実に
ぶつかると
いうのなら
そのときは……
そのとき
は!?

アーメン
なんまん
だぶつ
なんみょう
ほうれんげ
きょう
もしくは
おかあ〜
ちゃ〜んです
ガク
ポク
ポク

ふざける
な──っ
パパも
ママも
友だちも
みーんな死ん
じゃうのよ!

人類は無からはじまり無でおわるのです！
わーんわーんやだあ〜〜〜
クアーッ

トラニャンコいつまでもふざけてるとぶんなぐるぞ！

ぶんなぐりたいのならぶんなぐりなさい
わたしはただのネコではありませんクライスト＝トラニャンコス＝ブッダ略してCTBキャット…
むむっまだやっとる！
わーんわーん
…ズズズ

総統！総統！
タッタッタッ

なに！コンピュータミス！
データがまちがってました！

完全なデータミスです
空間曲率が〇・〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇八ずれていました!

ほっ
よかった……

えっ データミス!? じゃ ぶつからないの!?
ほんと!?
すまん すまん コンピュータは正確無比なんじゃが データがまちがってたんじゃよ

う……

にひひ ひひひ
にっこり

宇宙のガスが集まって星が誕生する。星は生まれたときの大きさ(質量)によって、いろんな一生をたどる。その最後のすがた↖

↖の一つが、ブラックホールだ。

超巨星から物質をすいとるブラックホール

直径12km

ブラックホール

超巨星

100万 km

白鳥座X-1のブラックホールはこんな形だ

ブラックホールのブラックは黒の意味でなく、「わからない」「なぞの」という意味で、ブラックホールがどんな色か、それこそ↖

← なぞだ。

ムムッ
1000gのとき

グシャ
10万g
山はくずれ,岩石までもおしつぶされて,どんどん収縮していく。

グイーン
きゃっ
光が曲がりはじめる。
10億g

光が、前にすすめなくなる。
だめだすすめない!?
10億g以上
ブラックホールになる。

光さえも外にでられないなぞのブラックホール!

近づくものはなんでもかんでも、光さえもすいこんでしまう。

それだけじゃない。時間さえもくるわせてしまうんだ。
ブラックホールのすぐ近くの時計はなかなかすすまないぞ!?
クルクルクルクル……

かわいそうにブラックホールにとっつかまった
だから、ブラックホールにおちこんでいくロケットはとまっているように見えるだろう。
あれっとまってるんじゃないの?

きゃ〜っもうだめだわ!
しかしすいこまれるロケットの中では、時計はふつうに動いているんだよ。ロケットはものすごいスピードですいこまれていく。

ロケットは
前と後ろの
重力差に
より
ひきちぎられ
こなごなになって
すいこまれる

強い重力は
時間を
おくらせるん
だよ
しかし
おっそろ
しいもん
だねえ……

ブラックホール
の中はどんなに
なってんです
か?
四次元の
世界だから
ねえ……

まあ
しいて
目で見えるように
するとつぎの図のよ
うに 平面上の穴と
みたてればいいかな

この図は回転していないブラックホールを平面上の穴とみたてた図だよ。
このへんだとまだにげられる！
ズルズル
光
おちてたまるかよいしょ！
きゃあ
光がおっこちるこの円の半径をシュバルツシルト半径という。いったんおちこんだら光さえもぬけだせない。
たすけて〜〜
重力ってのは空間のゆがみ・ひずみのことでもあるんだ
ありじごくじゃ〜〜ありじごくじゃ〜〜っ

ワームホール

ホワイトホール(はきだすほうをこうよぶ)

ブラックホール

ワームホール

何億年もはなれたところにでる。

???

まったく別の宇宙へでてしまう。

未来

過去

未来または過去へでてしまう。

どれがほんとうなんだろうね?

調べようがないものね ブラックホールの中に入る前にこなごなになっちゃうから

ところがだね ブラックホールはほとんどが回転しているんだ
この回転しているブラックホールの中へは入れるんだよ

えっ ほんとう！
かなりのそうじゅうテクニックが必要ですけどね

ブラックホールを利用してタイムトラベルができるってわけね
いろんな別世界へいけるんだね

そこでだな きみたちにエーボもいっしょにブラックホールの中へいって調べてほしいんだが いってくれるかね

えっ ほんと いってみたい！けど こわいな
あたしはぜったいいやよ 生きて帰れないわよ

だいじょうぶ 命はこのわしがかならず保証する！
でも……

だいじょうぶだよ ぼくもいっしょだしさ
安全なら…… いきたいけど……
よし 決まりだ! そうと決まったら きょうははやく ねよう!
出発は あしただ!
ピューーッ

ブラックホール探検に出発

朝だよ
みんな
おきて！

元気でな

パパママいってきま〜〜す

いま
どのくらい
スピード
でてるの?
光速に
ちかい
スピード
さ
へえ~っ
すごい
すごい!

光速でも
一万光年先の
ブラックホールまで
一万年かかるから
ここらで四次元を
通って いっしゅんの
うちにいっちゃうよ

そろそろ
ブラックホールが
見えてくる
ころだけど……

あっ しまった! トラニャンコ つれてくるの わすれてた!
あー

はあ〜い!

トラニャンコ どうして ここに!?
ヨイショ
密航さ

トラニャンコ きちゃったのか……
こまったなあ
どうして こまるの?

しかたがない…… つれていくか……
?
?

あ あれ! あれが……

ごごごごごご
あれだ！巨大ブラックホール！
ひゃあ～～こわ～い！

他宇宙への航行図

これからが
たいへんだ
コースによって
どの世界へいく
か決まるからな

この
スクリーンに
うつっている
模様は
なんなの?

これはね
数学的に
ブラックホールの
時空間を解い
たものを
わかりやすく
図にしたものさ
なんだか
さっぱり
わかんない

この図の
読みとりかたを
おしえて
あげるよ

その前にね
ぼくらが住んで
いる時空間は
つぎのような
図であらわ
せるんだ

ミンコフスキー時空間図

時間〔ct〕

未来〔時間的〕

のろいロケット

めちゃスピードのUFO

光円すい

光

ぼくらは いま ここに いるんだよ

どこかほかの宇宙〔空間的〕

45°　45°

どこかほかの宇宙〔空間的〕

空間〔X〕

いまとここ

過去〔時間的〕

じっと動かないでいる人は、この線上にいることになる。

ブラックホールを利用した別世界への航行図
II'''
無限につづいていく。
II''
他の宇宙
他の宇宙
I'
I'
II'
C
灰色のこい部分はブラックホールの中だよ
特異点
III
III
特異点
内部地平線
B
外部地平線
時間
II
D
A
I
I
ぼくらの宇宙
ぼくらの宇宙
空間
いまここにいるんだよ

Aのコースはブラックホールを通らないふつうのコースだね
Aコース

Bのコースはまともにブラックホールにぶつかってこなごなになり帰ってこられないコース
特異点ってなんなの?

時空間方程式の解(答)によっていろんなのがあるんだ
×印が特異点だよ
フンフンニャルホド…
カー解
シュバルツシルト解
(回転していないブラックホール)
シュバルツシルト半径
(事象の地平面)
ワイル解
富松・佐藤解

こういう解もあるんだ
これはブラックホールが二つあるという意味じゃないんだよ
方程式を解くとこんな へんてこな答えがでてくるんだ
ホー やっぱりね…
ノルドシュトルム時空解
I
II
III
I′
II′
III

あ それじゃ ぼくらは このノルドシュトルムの解を使って他の宇宙へいこうとしているんだね！
そう！ それを図にしたのがこのチェッカーボードの模様なんだ
Cコース

とにかく特異点にぶつかると 質量と電荷と角速度だけの世界になっちゃうんだ
質量
電荷
角速度
もっとわかりやすく！
ちょっとちがうけど重さと電気と回転だけになっちゃうんだ

時間も空間もことのあと先も過去の記憶もこの世を構成している物理法則もさっきの三つ以外はなにもかもなくなっちゃうんだ
ぞぞ〜っおっそろし〜い！
そ！ わたしらほんと――はおそろしい世界にすんでるのよね

Cコース
じゃ
Cのコースが
安全なんだ
Dコースは

あれえ
Dコースは
光速以上のスピードじゃないといけないコースじゃないの?
四十五度以下だから
Dコース

サンタロー
すごいな
この図が読めるじゃない!
Dコースは
地球人には不可能なコースだ
えへへ
まあね……

いいかい
いくぜ!
Cコースに
セッティング!
うっしゃ!
ピピッ
ピッ

時空間
IからII
III IIをぬけて
別宇宙
I′へ
レッツゴー!
プルプル…
あらさ!

ブラックホールへ突入(とつにゅう)！
ギュ――ン
ヒュルルルルル……
ゴウォオオウォォォ…
みんなとりみだすな！
おしっこおしっこおしっこ
フガフガ

シワモチ人間と会う

なんだ？ここは？

この世界の人間らしいぞ

なんて
いってる？
すべて
わかったから
安心しなさいと
すべて
わかったって？
ぼくたちの
脳みその中の
記憶を
ぜんぶ
読みとったんだよ
えーーっ
じゃ あたしが
考えてること
ぜんぶ つつぬけ
なの！
そう！
おそるべき人類だよ
それだけじゃなく
……
きみたちの
細胞の中にある
遺伝子の
記憶・情報も
すべてだ
いやだ〜〜
エッチ〜〜っ！
ん！？
ということは
人類が出現する
ずうーっと前の
アメーバみたいな生物
がいた十億年ぐ
らい過去まで わかっ
たということさ

げぴょー おっそろし〜〜い! 神様みたいな人たちなんだ

このまるいのが顔で このしわで会話をすることもあるそうだ

どうです表情ゆたかでしょうとおっしゃってるよ

そういわれればわらっているようなないているようなおこっているような

あれしわで文字を!
ハハハ もう きみたちの文字を自由に使えるようだよ

うわ〜っ
こんなに
たくさん
いたのか!

テレパシーで年がら年じゅう話をしているそうだよ
なにを食べて生きてるのかしら

かすみを食べて生きてるんだって！つまり空気を食べてね！
空気だって！

空気を皮膚呼吸してエネルギーにかえるんだって
へえーおどろいた！

サンタローたちはしばらく遊び、つぎの宇宙へむかって出発した……。
さようなら

宇宙って無限にあるんだよ
つまりパラレルワールドだね
つぎはどんな世界かなあ

つぎからつぎへと、パラレルワールドをかけめぐっていった……。

ときはどんどんすぎて……。

カーーッ
朝……。きょうれつにあつく巨大な太陽がのぼってきた。
たいへんだ昼間はあつくて焼け死んじゃうよ
ブスブス…
夜のほうへとぼう!
どうもここは五十億年後の地球らしいぜ
遠くはなれてながめてみよう
うそーっ

海はひからびているけどまちがいなく地球だ！

わ〜〜〜ん
わ〜〜〜ん
わ〜〜〜ん
ひどいよ
ひどいよ
こんなところに
つれてきて!
ほんとに
偶然だったんだ
はっ
エーボ!
もしかしたら
ぼくたち……
二度と
もとへ
もどれないんじゃない!
そんな!
そんなこと
ないわよね!
ぼくたち
光速にちかい
スピードでとんできたんだぞ!
それに ブラック
ホールの強力な
重力場を通過して
きたんだぞ!
相対性理論では
……もどると……
何億年もたった……
地球になる……
……
……

なんとかして帰れる方法はないの!

じつは三人は帰れるがトラニャンコだけは気のどくだが帰れない

ガーン

母船を出発する前の日 きみたちもぼくもコピーされたんだ 特殊なエネルギーでつくられたコピー人間なんだよ

思いだしただろう!

えーっぼくがコピー人間!

うそだわしんじられないわ!

本物人間

コピー人間

トラニャンコ だけは コピーされな かった…… つれていく つもりじゃ なかったから
生身のネコだ

そりゃないよ！ 勝手すぎらあ ひどいよ ひどいよ！

エーボくん それだったら とちゅうで ひきかえす べきだったよ

トラニャンコが 見つかったのは もうすでに 光速にちかいスピード で かなりとんでから だったんだ……

ひきかえしようが なかったんだ……
あのときすぐ ひきかえしても 地球は 一万年 すぎていた……

ごめんな ……
トラ ニャン コ……

本物のぼくたちがウソカマコト力母船にいるわけだろ！だったら……
ぼくたちコピー人間はこのままトラニャンコといてもいいわけだ！

そりゃそうだけど……

いくらコピー人間でも帰りたい！
帰りたい気持ちでいっぱいよ！

ふしぎだよなあ……ぼくら人間じゃなくったってやっぱり帰りたいや……

いいよみんな帰りなよオレが勝手に乗りこんだのがわるかったんだから

オレは大宇宙の偉大なる放浪トラニャンコになるさ
人生だって同じことさ……

タキオンで過去へかえる

時間〔ct〕
光速
未来
タキオン
ゆき
かえり
空間
過去

タキオン(超光速)人間になって過去へもどるんだ

このUFOにはトラニャンコに必要な食料・エネルギーが三十年分はある

ごめんね トラニャンコ!

トラニャンコ……

心配すんなって……

元気でね
心配すんなって！どっかの宇宙人と友だちになるさ

ビビ
どこかの宇宙で会おうぜ……

フーッ

ウウウウウ。。。。
なんとかして……

なんとかして……

かならず！

帰ってみせるぞ〜〜っ
ウウー!!

へんてこりん空間
（時間って，いったいなんだ？）

ここはどこだ？あれえスーちゃんなんてかっこしてるんだい

あはははサンタローだってひどいかっこう

どんどん姿がかわっていくなあ
心が動いているからだわ

しばらくこの世界で遊んでいこうよ

時間っていったいなんなのだろうねだんだんわからなくなってきたよ

ポコッ
?

なに!時間がなんだかわからない!?ハッハッハッ
ヌ〜ッ

こっち
こいや

ここに
川がある
流れているか
いないか?

あんまり
しずかで
わからない
なあ……

そこで
じゃ
流れを知る
には……

こういうものを
つきさせば
いい
あ
流れて
いるんだ

ときとは
川の流れの
ようなもの
なんじゃよ

この流れは
あの山の高さが
つくっているわけだ
高いところの水は
それだけでエネルギー
をもっているんだ

ここと
あの山のてっぺんとは　エネルギーの差があるってわけだ

ペコン
あ流れがとまった！
そう！
つまり時間がとまった時間がなくなったといえるんだ
ときとは変化のことをいうんじゃそれも方向性をもったな
時間〔ct〕
この宇宙に時間があるということはこの宇宙にエネルギーの濃いところとうすいところがあるからなんじゃ
濃いところからうすいところへエネルギーが流れているわけだ

宇宙のはじまり
ビッグ＝バン

そもそも時間のはじまりは宇宙のはじまりといってもいいが想像をぜっするエネルギーの濃い小さな点が大爆発をおこしたことからはじまったんだよ

目に見えない無限に小さい高密度・高エネルギーの点が……

big bang
ビッグバン
大爆発

そしていま、宇宙はどんどんふくらんでいる……。これを宇宙ぼうちょう説という。

ビビビビビビ
ビビビビビ

母船へ帰還

?
?
ほんと
だったのね
コピー人間
だったんだわ!
きゃあ
あたしが!?
きみが
わるい
なあ
どうしたん
だろ?
ゆめでも見て
たのかな?

思いだしたぞ! ぼくらは いろんな他の宇宙へ いったんだ……
あれ! でも へんだな?

本物の ぼくたちは どこへも いかなかったのに なんでも おぼえている?

ブラックホールの 中を通ったことや へんなモチ人間に 会ったこと なんでも おぼえてるわ
だろ!?

ハハハハ コピー人間の 記憶を きみたちの脳みそ にうつしちゃった からだよ

だから こちらの コピー人間は ただの ぬけがら なんだ
もうすぐ 自然消滅 してしまうよ

あ ああ! 消えた!
あ かわいそ!

いくら自分のコピーでも悲しいわ……
トラニャンコ……どうしているだろ……

トラニャンコ……

バリバリバリ
ベリベリッ
体がなくて意識だけが
心がどこかへ
そう！心だけがあって
へんてこりん空間
ウウウウ…
なんとかして……
して
かならず！
ここはどこだ？あれえスーちゃんなんてしてる
あはははサンタローだってひどいかっこ
ボカリッ
ガリッ

バババババババ
オリャーッ
ニャーーッ
イ～ッ
トラニャンコ！

トラニャンコ！よく帰ってきたね！
おそろしいネコだ

しかしおどろいたねえー
あれからこのネコアタマでうーんと考えたんだ

まんがって二次元の世界だって気がついたんだ

だったら三次元ネコになってページをやぶっていけばかならずサンタロースーに会えると思ったんだ
ネコの執念ってやつですなあ
ネコはかならず家に帰るっていいますからねえ
それにしてもスゴイですなあ
ザワザワ

地球へ！

なつかしいなぁ
ぼくのへやだ

サンタロー
サンタロー
ママだ!
じゃ ぼくは 帰るよ
また どこかで 会おう ぜ!
うん エーボ! きみも 元気でな
サンタロー いるの!?
あばよ!

サンタロー どこへ いってたの 一日じゅう!

そんでもって さあ けろっと してやがんの 天才だよ このネコ

パパ この子ら 頭おかしく なったん ちゃうかしら

いいじゃんか 子どもは いろんなゆめを 見るもんだよ

ニャン！

ハーイ これが UFO免許証 で〜〜す！

◆装丁　小幡　堅

講談社まんがなぞふしぎシリーズ ⑮

タイムマシン　相対性理論早わかり講座

N.D.C. 420　講談社　168p　18cm

昭和57年 7 月20日　第 1 刷発行

著　者　成田アキラ
発行者　三 木　章
発行所　株式会社　講談社
東京都文京区音羽 2-12-21
郵便番号　112
電話（03）945-1111（大代表）
振替口座　東京8-3930
印刷所　共同印刷株式会社
製本所　株式会社　堅省堂

落丁本・乱丁本は，小社書籍製作部あてにお送りください。送料小社負担にておとりかえします。　定価380円

ISBN4-06-147315-8 (0)　(習)

著者

ぼくたちの住んでいるこの世界って、いったい何なのだ？　小学生のころから不思議でしようがなかった。空間・時間・物質、それらはどんな関係になっているんだろう。この世界を数式で表したのが相対性理論なのだ。
この本は、小・中学生にはメチャむずかしい方程式など出てくるが、解けなくてもいい。とにかくこの本を読んで、「ぼくらはなんか不思議な、オッソロシイ世界にいるんだなァ」と感じてもらえればと思うのです。

成田アキラ

まんが なぞ ふしぎシリーズ

タイムマシン

相対性理論早わかり講座

15

講談社

講談社まんがなぞふしぎシリーズ

タイムマシン

相対性理論早わかり講座

定価380円

ISBN4-06-147315-8 C6244 ¥380E (0)